



DE 102 19 441 C 1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 102 19 441 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 23 P 13/02  
B 21 H 1/06  
B 23 P 13/04  
B 23 P 23/04

21 Aktenzeichen: 102 19 441.6-14  
22 Anmeldetag: 25. 4. 2002  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 9. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, DE  
74 Vertreter:  
Sender, F., Dipl.-Ing., 01069 Dresden

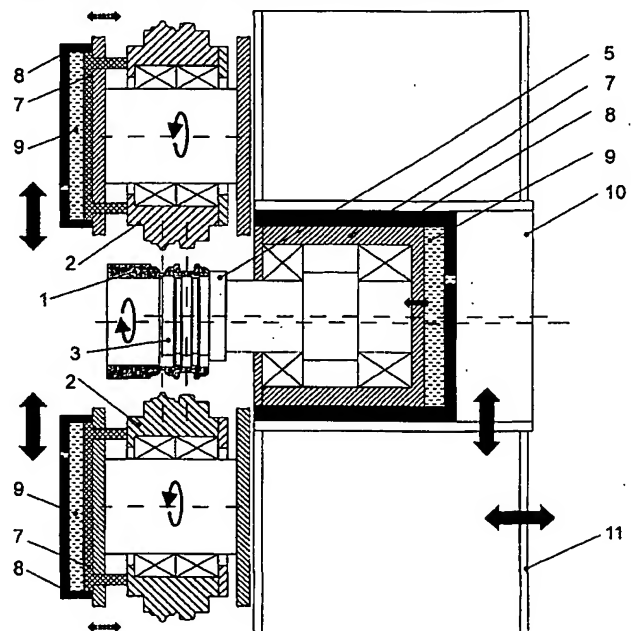
72 Erfinder:  
Ficker, Thomas, Dr., 08352 Raschau, DE;  
Hardtmann, Andre, Dipl.-Ing., 01159 Dresden, DE;  
Houska, Mario, Dipl.-Ing., 01855 Sebnitz, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	199 20 163 A1
DE	198 49 182 A1
DE	197 43 055 A1
DE	195 26 900 A1
DD	2 92 162 A5
DD	2 92 161 A5
DD	2 25 358 A1

54 Verfahren zur Herstellung von innen- und/oder außenprofilierten Ringen sowie Anordnung hierzu

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von innen- und/oder außenprofilierten Ringen, insbesondere von Wälzlagerrollen und Getrieberingen in komplett schleifertigem Zustand aus Rohr- oder Vollmaterial, bei dem spanende Verfahren wie Drehen und umformende Verfahren wie Radial-Axial-Profilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen in Folge und/oder parallel miteinander kombiniert werden, dadurch gekennzeichnet, dass während dem Walzen des Profils eine Gegenkraft bezüglich der Fließrichtung des Rohrmaterials erzeugt wird, womit der Werkstofffluss in axialer und/oder radialer Richtung so steuerbar ist, dass der ausweichende Werkstoff in die Ausbildung des Profils einbezogen wird.  
Mit der Erfindung wird eine Fertigungsmöglichkeit für z. B. Synchron-Getrieberinge und Schaltmuffen durch die Verfahrenskombination Radial-Axial-Profilrohrwalzen - Drehen angegeben, welche die bisher nicht in jedem Fall mögliche Erzielung der notwendigen Genauigkeitsanforderungen garantiert.  
Durch Einsatz des Radial-Axial-Profilrohrwalzens ergeben sich Fertigungsmöglichkeiten für die Herstellung eines weitaus größeren Teilespektrums als mit den bisher bekannten Verfahren bzw. Lösungen.  
Für die maschinentechnische Umsetzung des Verfahrens ist eine Anordnung beschrieben.



DE 102 19 441 C 1

BEST AVAILABLE COPY

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Anordnung zur kombinierten umformenden und spanenden Fertigung von innen- und/oder außenprofilierten Ringen aus Rohr- oder Vollmaterial mittels Radial-Axial-Profilrohrwalzen in Kombination mit Drehen. Das Verfahren und die Anordnung dienen zur Herstellung von u. a. zylindrischen Anfangsringen, Wälzlageringen und Getrieberringen o. dgl.

[0002] Die Herstellung profilierter Ringe, insbesondere Wälzlagerringe, aus vorzugsweise Rohrmaterial, erfolgt entweder rein spanend oder in einer Kombination spanender und umformender Bearbeitung.

[0003] Bei der rein spanenden Bearbeitung, die sehr materialintensiv ist, können im Abmessungsbereich kleiner 100 mm Außendurchmesser hochproduktive Mehrspindel-Drehautomaten zum Einsatz kommen, wobei durch Einring- bzw. Mehrringbearbeitung, vorzugsweise Zweiring-Bearbeitung, ein bzw. mehrere, vorzugsweise zwei, schleiffertig profilierte Ringe gleichzeitig ohne Umspannung von einer Maschine auf eine andere gefertigt werden können.

[0004] Bei bestimmten kombinierten Verfahren bestehend aus mindestens zwei Arbeitsgängen auf verschiedenartigen Maschinen wird zunächst ein sogenannter Blank, das heißt ein zylindrischer Anfangsring, von Rohrmaterial oder Stabstahl ausgehend ebenfalls rein spanend oder durch Kombination spanender und umformender Bearbeitung hergestellt, welcher anschließend durch Axial- oder Tangentialprofilringwalzen schleiffertig profiliert wird. Diese kombinierten Verfahren zur Herstellung profilierter Ringe sind gegenüber der rein spanenden Bearbeitung auf Mehrspindel-Drehautomaten materialsparender sowie in Bezug auf die Gebrauchseigenschaften günstiger, erfordern jedoch durch mindestens ein nochmaliges Einspannen des Blanks (Anfangsrings) zur Profilierung des Ringes einen erhöhten Arbeitszeitaufwand infolge der somit erforderlichen Bearbeitung auf mindestens zwei verschiedenartigen Maschinen bis zum Vorliegen eines schleiffertigen Ringes.

[0005] Ein Beispiel für diese kombinierten Verfahren in mindestens zwei Arbeitsgängen ist in DE 198 49 182 A1 mit Zielstellung Beeinflussung des verfahrensbedingten axialen bzw. tangentialen Werkstoffflusses beschrieben. Die Werkstoffbeeinflussung setzt jedoch mindestens zwei Walzschriffe (Arbeitsgänge) voraus, was ein bereits beschriebener wesentlicher Nachteil dieser Fertigungsmöglichkeit ist.

[0006] Der wirtschaftliche Anwendungsbereich genannter Verfahren liegt insbesondere im Abmessungsbereich größer 100 mm Außendurchmesser und umfasst überwiegend Außen- und Innenringe (Wälzlager- und Getrieberringe) mit symmetrischer Querschnittsform. Darüber hinaus gibt es Lösungsvorschläge (DE 197 43 055 A1, DE 199 20 163 A1) zur Fertigung von Ringen mit asymmetrischer Querschnittsform durch Tangentialprofilringwalzen, für die bisher jedoch keine Anwendung in der Praxis bekannt ist.

[0007] Weitere Herstellungsverfahren zur Fertigung profilierter Ringe gehen von einer Kombination zuerst umformender Bearbeitung durch Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen und anschließend spanender Fertigbearbeitung durch Drehen ausgehend von Rohrmaterial (DD 225 358 A1) bzw. zunächst spanender Vorbearbeitung von Rohrmaterial (DD 292 162 A5) bzw. Stabstahl (DD 292 161 A5) bei anschließender umformender Bearbeitung durch Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen sowie spanender Fertigbearbeitung eines Ringes in Folge und/oder parallel auf einem Mehrspindel-Drehautomaten mit integrierter Walzvorrichtung aus, betreffen jedoch ausschließlich außenprofilierte Ringe mit symmetri-

scher oder asymmetrischer Querschnittsform, wie z. B. Innenringe für Radial-Rillenkugellager oder Kegelrollenlager.

[0008] In DE 195 26 900 A1 werden spanende Verfahren wie Drehen und umformende Verfahren wie Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen so kombiniert, dass wenigstens ein Ring gleichzeitig innen bzw. außen umformend und/oder spanend schleiffertig profiliert werden kann, um somit neben der oben beschriebenen Fertigung von außenprofilierten Ringen, wie zum Beispiel Wälzlagerinnenringen, gleichfalls die Fertigung von innenprofilierten Ringen, wie zum Beispiel Wälzlageraußenringen, mit genannter Verfahrenskombination zu ermöglichen.

[0009] Für letztgenannten Herstellungsverfahren wird zur maschinentechnischen Umsetzung der Verfahrenskombination eine Maschine eingesetzt, welche die umformende Profilierung der Außen- und Innenkontur von Ringen bei spanender Fertigbearbeitung aller weiteren Form- und Flächenelemente des Ringes, einschließlich des Abtrennens des Ringes vom Rohr als letzter Arbeitsstufe in einem Arbeitsgang ohne Umspannung ermöglicht.

[0010] Vorteilhaft wird das unbearbeitete Rohr durch Außen-Überdrehen und/oder Innen-Ausdrehen vor dem Umformen durch Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen auf Maß vorgedreht, wobei gleichzeitig ggf. geforderten Mindestspanabnahmen bzw. vorhandener Randentkohlung des eingesetzten Ausgangsmaterials Rechnung getragen wird.

[0011] Das wirtschaftliche Anwendungsgebiet der Herstellungsverfahren zur kombinierten umformenden und spanenden Bearbeitung durch Axialprofilrohrwalzen/Walzeinsteichen-Drehen zur Fertigung profilierter Ringe liegt im Abmessungsbereich von ca. 40...160 mm Außendurchmesser und umfasst innen- und/oder außenprofilierte Ringe (Wälzlager- und Getrieberringe) mit sowohl symmetrischer als auch asymmetrischer Querschnittsform. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Herstellung von Anfangsringen für die spanende oder umformende Weiterbearbeitung, z. B. durch Axial- bzw. Tangentialprofilringwalzen. Vorteilhaft ist das insbesondere dann, wenn die Anfangsringe für das nachfolgende Walzen vorprofiliert sein müssen, wie das beim Axial- bzw. Tangentialprofilringwalzen komplizierter Ringgeometrien unabdingbar ist.

[0012] Gemeinsam ist den in DD 225 358 A1, DD 292 162 A5, DD 292 161 A5 und DE 195 26 900 A1 dargestellten Fertigungsabläufen, dass beim Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinsteichen ein ungehinderter axialer Werkstofffluss auftritt. Folge ist, dass Rohr bzw. Ring während des Walzprozesses entsprechend dem durch das Werkzeugprofil verdrängten Werkstoffvolumens (bis zu 100%) länger bzw. breiter werden. Dieser Effekt wird im Sinne einer hohen Materialausnutzung und Wirtschaftlichkeit bei der Ringfertigung angestrebt. Bei der Bearbeitung von Ringen mit großen und tiefen Rechteckprofilen (nutähnliche Profile), wie z. B. bei Synchron-Getrieberringen oder Schalmuffen führt dieser Effekt zu Problemen bei der Erzielung der geforderten Genauigkeiten (Symmetrien).

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, Verfahren und Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, womit eine höhere Genauigkeit bei der Herstellung von Ringen mit großen und tiefen Rechteckprofilen (nutähnliche Profile), wie z. B. bei Synchron-Getrieberringen oder Schalmuffen erreicht wird.

[0014] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe in Verbindung mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen dadurch gelöst, dass während dem Walzen des Profils eine Gegenkraft bezüglich der Fließrichtung des Rohrmaterials erzeugt wird, womit der Werkstofffluss in axialer und/oder radialer Richtung so steuerbar ist, dass der abflie-

Bende Werkstoff in die Ausbildung des Profiles einbezogen wird.

[0015] Durch die Erzeugung einer Gegenkraft oder eines Gegendruckes wird dem bisher ungehinderten axialen Werkstofffluss mit einer definiert aufzubringenden Kraft entgegengewirkt. Damit wird die Möglichkeit der Steuerung des Werkstoffflusses in wahlweise axiale und/oder radiale (zum Rohraußendurchmesser hin) Richtung geschaffen, womit die bisher z. B. bei der Fertigung von Synchron-Getrieberringen und Schalmuffen aufgetretenen Probleme hinsichtlich Erzielung der geforderten Genauigkeiten, insbesondere hinsichtlich der Symmetrie von nutähnlichen Profilen, gelöst werden.

[0016] Vorteilhafte Varianten des Verfahrens ergeben sich aus den in den abhängigen Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0017] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Anordnung in Verbindung mit den im Oberbegriff des Anspruchs 6 genannten Merkmalen dadurch gelöst, dass das Innen-Profilwalzwerkzeug ein den Werkstofffluss begrenzendes axialverschiebbares Gegendruckwerkzeug aufweist, welches eine über den Außendurchmesser des Innen-Profilwalzwerkzeuges überragende Auflagefläche für das umzuformende Rohr bildet, womit der Werkstofffluss in axialer und/oder radialer Richtung steuerbar ist.

[0018] Zur gezielten Steuerung des axialen Werkstoffflusses kann zusätzlich die axiale Verschiebbarkeit der Außen-Profilwalzwerkzeuge durch ein hydraulisches und/oder mechanisches System gefördert bzw. eingeschränkt werden.

[0019] Der Einsatz einer solchen Gegendruckeinrichtung (inkl. Walzdorn) führt zu einer maßgeblichen Erweiterung der bekannten Verfahrenskombination Axialprofilrohrwalzen (und/oder Walzeinstechen)-Drehen hin zu einer völlig neuartigen Verfahrenskombination "Radial-Axial-Profilrohrwalzen" und/oder Walzeinstechen-Drehen. Ein weiterer Vorteil dieser Verfahrenskombination mit steuerbarem axialen Werkstofffluss ist, dass aus einem Rohr "kleineren" Außendurchmessers Ringe mit (leicht) größerem Außendurchmesser hergestellt werden können, was aus dem jetzt gezielt steuerbaren radialen Werkstofffluss (zum Rohraußendurchmesser hin) resultiert. Durch Einsatz des Radial-Axial-Profilrohrwalzens ergeben sich Fertigungsmöglichkeiten für die Herstellung eines weitaus größeren Teilespektrums als mit den bisher bekannten Verfahren bzw. Lösungen.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0021] Fig. 1 (Spindellage I) Außen-Überdrehen mit Überdrehwerkzeug und Innen-Ausdrehen mit Ausdrehwerkzeug des Rohres 1

[0022] Fig. 2 (Spindellage II) (Außen-)Radial-Axial-Profilrohrwalzen/Walzeinstechen mit Profilwalzwerkzeug 2 und Gegendruckwerkzeug (inkl. Walzdorn) 5

[0023] Fig. 3 (Spindellage III) Plandrehen (1. Ringseite) mit Plandrehwerkzeug, Innen-Ausdrehen (Nachdrehen) mit Ausdrehwerkzeug und CNC-Konturdrehen (Nachdrehen) mit Drehwerkzeug

[0024] Fig. 4 (Spindellage IV) Abstechdrehen mit Abstechdrehwerkzeug des Synchron-Getrieberringes 4 und Plandrehen (2. Ringseite) mit Plandrehwerkzeug

[0025] Fig. 5a (Außen-)Radial-Axial-Profilrohrwalzen/Walzeinstechen mit Außen-Profilwalzwerkzeug 2 und Gegendruckwerkzeug (inkl. Walzdorn) 5 des Rohres 1 und derart profilierter Synchron-Getrieberring 4

[0026] Fig. 5b mit entsprechend Fig. 5a dargestellter Werkzeugkonfiguration zur Steuerung des Werkstoffflusses in axiale bzw. radiale Richtung aus einem Anfangsrohr kleineren

Durchmessers profilierter Synchron-Getrieberring mit hochgewalztem Profil

[0027] Fig. 6a auf Ausgangsrohr 1 gewalztes Doppelprofil entsprechend Außenkontur zweier Synchron-Getrieberringe

[0028] Fig. 6b auf Ausgangsrohr 1 gewalztes Doppelprofil entsprechend Außenkontur zweier Synchron-Getrieberringe 4 bei Walzen mit sogenanntem Vorring

[0029] Fig. 7a Radial-Axial-Profilrohrwalzen/Walzeinstechen mit Außen-Profilwalzwerkzeug 2 und Innen-Profilwalzwerkzeug (inkl. Walzdorn) 3 des Ausgangsrohres 1 und derart profilierter Synchron-Getrieberring 6

[0030] Fig. 7b mit entsprechend Fig. 7a dargestellter Werkzeugkonfiguration zur Steuerung des Werkstoffflusses in axiale bzw. radiale Richtung aus einem Anfangsrohr kleineren Durchmessers profilierter Synchron-Getrieberring (mit Außen- und Innenprofil) größeren Durchmessers

[0031] Fig. 8 schematische Darstellung einer Walzvorrichtung zur gezielten Steuerung des axialen und radialen Werkstoffflusses mit hydraulischer und/oder mechanischer Unterstützung

[0032] In den Fig. 1 bis 4 ist die erfindungsgemäße Kombination spanender und umformender Verfahren durch Radial-Axial-Profilrohrwalzen-Drehen mit Gegendruckeinrichtung zur Werkstoffflusssteuerung anhand des zugehörigen Fertigungsablaufes (Einring-Bearbeitung) entsprechend der Spindellagen I bis IV eines Vierspindel-Drehautomaten mit integrierter Walzvorrichtung am Beispiel eines Synchron-Getrieberringes ausgehend von Rohr in einer Aufspannung dargestellt.

[0033] In Spindellage I wird zunächst ein Außen-Überdrehen und Innen-Ausdrehen des eingesetzten Ausgangsrohres 1 durchgeführt. In Spindellage II erfolgt das (Außen-)Radial-Axial-Profilrohrwalzen/Walzeinstechen mit Profilwalzwerkzeug 2 entsprechend der Außenkontur eines Synchron-Getrieberringes mit Gegendruckwerkzeug (inkl. Walzdorn) 5 (siehe auch Fig. 5a) zur Steuerung des Werkstoffflusses, wodurch im betrachteten Anwendungsfall der axiale Werkstofffluss teilweise behindert und infolgedessen teilweise in radiale Richtung geleitet wird. Damit wird möglich, aus einem Rohr 1 kleineren Durchmessers einen Synchron-Getrieberring 4 (leicht) größeren Durchmessers (siehe Fig. 5b) zu fertigen. Der zugelassene axiale Werkstofffluss ist beim Rohrvorschub zwecks Sicherung der geforderten Werkstückbreite zu berücksichtigen.

[0034] In den Spindellagen III und IV erfolgt die spanende Fertigbearbeitung der restlichen Form- bzw. Flächenelemente des Ringes mit dem Abtrennen des komplett schleiffertig profilierten Synchron-Getrieberringes 4 vom Rohr 1 als letzter Arbeitsstufe.

[0035] Dabei werden in Spindellage III Plandrehen der 1. Ringseite, Innen-Ausdrehen und CNC-Konturdrehen der Außenkontur durchgeführt. Bei den beiden letztgenannten Arbeitsstufen handelt es sich lediglich um Nachdrehoperationen. Beim nochmaligen Innen-Ausdrehen wird die Beseitigung der infolge des Radial-Axial-Profilrohrwalzens hervorgerufenen "Walzspuren" im Rohr- bzw. Ringinnendurchmesser vorgenommen. Das CNC-Konturdrehen ist eine reine "Sicherheitsmaßnahme" und dient nur der Gewährleistung einer 100%-igen Sicherheit der Erzielung der Genauigkeitsforderungen. In der Regel ist das CNC-Konturdrehen nicht notwendig, da die geforderten Genauigkeiten der Außenkontur beim Radial-Axial-Profilrohrwalzen, gewährleistet durch Einsatz der Gegendruckeinrichtung, erreicht werden. In Spindellage IV erfolgen das Abstechen des komplett schleiffertig profilierten Synchron-Getrieberringes 4 vom Rohr 1 sowie das Plandrehen der 2. Ringseite.

[0036] Das in Spindellage I dargestellte Außen-Überdrehen bzw. Innen-Ausdrehen ist bei Verwendung von Aus-

gangsmaterial mit der entsprechenden Oberflächenqualität sowie dem der Arbeitsaufgabe entsprechenden Außen- bzw. Innendurchmesser nicht in jedem Fall notwendig, wobei durch Radial-Axial-Profilorhrwalzen/Walzeinstecken die Maße des Außen- bzw. Innendurchmessers in einem geringen Toleranzbereich veränderbar sind.

[0037] Soll mit dem in den Fig. 1 bis 4 beschriebenen Fertigungsablauf z. B. eine Schalmuffe mit Innenverzahnung hergestellt werden, kann deren Außenkontur komplett schleiffertig gewalzt werden, während die Verzahnung im Innendurchmesser spanend auf einer nachgeschalteten Einrichtung in einem separaten Arbeitsgang erfolgt, wobei vorteilhaft eine Verkettung der Einrichtungen realisiert wird.

[0038] Der in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Fertigungsablauf ist auch bei Realisierung einer Zweiring- oder Mehr-ringbearbeitung möglich, das heißt, in diesem Fall wird das Radial-Axial-Profilorhrwalzen mit Profilwalzwerkzeugen entsprechend der Außenkontur zweier oder mehrerer Synchron-Getrieberinge durchgeführt. Vorteilhaft ist hierfür das Walzen mit sogenanntem "Vorring" (Fig. 6). Das bedeutet, dass zunächst – ein am Rohr verbleibendes Ringprofil – durch (Radial-)Axialprofilorhrwalzen gewalzt wird, hinter welchem sich das Walzen z. B. zweier weiterer Ringprofile anschließt, so dass sich drei gewalzte Ringprofile auf dem Rohr befinden. Das dritte Ringprofil verbleibt, während die beiden vorgelagerten Ringprofile spanend fertigbearbeitet und anschließend vom Rohr abgetrennt werden, am Rohr und bildet beim sich in Folge wiederholenden Fertigungsablauf den "Vorring". Dadurch wird der Walzprozess beträchtlich stabilisiert, da ein Walzen am Rohranfang vermieden wird und der Werkzeugeingriff nicht direkt am Rohranfang, sondern im Abstand mindestens einer Ringbreite vom Rohranfang versetzt, erfolgt. Damit können auch bei einer Mehr-ring-Bearbeitung die Genauigkeitsanforderungen problemlos gesichert werden. Durch das Walzen mit "Vorring" wird eine gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Ringprofile infolge des axialen Werkstoffflusses vermieden. Diese Variante ist sowohl mit als auch ohne Verwendung einer Gegendruckeinrichtung realisierbar.

[0039] Der im Ausführungsbeispiel für vorzugsweise Rohrmaterial aufgezeigte Fertigungsablauf ist in modifizierter Weise gleichfalls bei Einsatz von Stabstahl als Ausgangsmaterial, insbesondere für kleinere Ringabmessungen, möglich.

[0040] Soll ein Werkstück wie z. B. der in den Fig. 1 bis 4 aufgezeigte Synchron-Getriebering gefertigt werden, welches zusätzlich ein umlaufendes Innenprofil 6 aufweist, besteht die Möglichkeit durch entsprechende Verfahrensgestaltung die Innen- und Außenkontur des Ringes gleichzeitig entweder umformend durch Radial-Axial-Profilorhrwalzen und/oder Walzeinstecken bzw. eine der beiden Konturen rein spanend durch Drehen in Folge und/oder parallel herzustellen. Dabei können gleichfalls alle Arbeitsstufen in einem Arbeitsgang auf einer Maschine einschließlich des Abtrennens des komplett schleiffertig profilierten Ringes vom Rohr als letzter Arbeitsstufe durchgeführt werden. Fig. 7 zeigt das Radial-Axial-Profilorhrwalzen gleichzeitig der Außen- und Innenkontur eines derartigen Werkstückes.

[0041] Für die maschinentechnische Umsetzung des in den Fig. 1 bis 4 aufgezeigten Fertigungsablaufes gibt es zwei vorteilhafte Anordnungsvarianten.

[0042] Zum einen wird die Aufgabe erfindungsgemäß mit einer Anordnung wie in DE 195 26 900 A1 beschrieben gelöst. Hierbei ist auf einem an sich bekannten Mehrspindel-Drehautomaten in einer Spindellage eine Walzvorrichtung vorgesehen.

[0043] Die Walzvorrichtung weist diametral angeordnete, axial verschiebbar gelagerte, wahlweise angetriebene oder

nicht angetriebene Außen-Profilwalzwerkzeuge auf, welche zur Vermeidung radialer Kräfte auf die Spindellagerung auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet sind. Die axiale Verschiebbarkeit der Außen-Profilwalzwerkzeuge kann dabei in Abhängigkeit vom Anwendungsfall durch ein hydraulisches und/oder mechanisches System gefördert bzw. eingeschränkt werden, so dass eine gezielte Steuerung des axialen Werkstoffflusses möglich ist. Die Außen-Profilwalzwerkzeuge sind mit einer radialen Vorschubkraft zustellbar, die das Eindringen in das Rohr bewirken. In Spindellage II ist für die Aufnahme entweder eines wahlweise angetriebenen oder nicht angetriebenen Innenprofilwalzwerkzeuges ein Kreuzschlitten 10 auf einen weiteren Kreuzschlitten 11 installiert, um mit einer radialen Vorschubkraft dessen Eindringen in das Rohr zu realisieren. In Zusammenhang damit oder auch separat kann von dem Kreuzschlitten 10 die Gegendruckeinrichtung (inkl. Walzdorn) aufgenommen werden, wobei der Gegendruck selbst z. B. über ein zusätzlich zu integrierendes hydraulisches und/oder mechanisches System definiert aufgebracht wird. Dieses zusätzliche System ist in Fig. 8 als Hydrauliksystem ausgeführt. Je nach Größe des Druckes des Hydraulikmediums 9 im Hydraulikzylinder 8 kann über Hydraulikkolben 7 und Gegendruckwerkzeug 5 der axiale Werkstofffluss zum Rohranfang hin vermindert oder zur Einspannstelle hin "umgekehrt" werden. Gleichzeitig wird dadurch ein radialer Werkstofffluss zum Außendurchmesser hin ermöglicht. Durch die richtige Wahl des während des Walzvorganges veränderlichen Hydraulikdruckes werden die notwendigen Genauigkeiten hinsichtlich Maßhaltigkeit, insbesondere Symmetrie, der nutähnlichen Profile gewährleistet.

[0044] Vorteilhaft für die maschinentechnische Umsetzung einer als Radial-Axial-Profilorhrwalzen bezeichneten Verfahrenskombination ist eine speziell hierauf zugeschnittene Anordnung auf Basis eines (Mehrspindel-)Drehautomaten mit integrierter Walzvorrichtung. Eine einfache Lösung stellt eine einspindlige Maschine dar, wobei der Aufbau einem Baukastenprinzip Rechnung trägt, sobald eine wahlweise Auf- und Abrüstung der Maschine mit Spindellagen, Walzvorrichtungen und Dreheinheiten in Abhängigkeit vom Kompliziertheitsgrad des zu fertigenden Ringes gewährleistet ist.

[0045] Wesentlich bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist, dass gleichzeitig Innen- und/oder Außenprofil eines Ringes in einer Aufspannung umformend und/oder spanend profiliert werden können, wobei das Abtrennen des komplett schleiffertig profilierten Ringes vom Rohr in jedem Fall die letzte Arbeitsstufe darstellt.

[0046] Es ist außerdem möglich, die maschinentechnische Umsetzung der Verfahrenskombination Radial-Axial-Profilorhrwalzen-Drehen auf mehreren miteinander verketteten modifizierten Profilwalzmaschinen und Drehmaschinen, wenigstens jedoch mit einer Profilwalzmaschine und einer Drehmaschine zu realisieren. Die hierzu eingesetzte Profilwalzmaschine wird so ausgestaltet, dass sie der Darstellung der in Fig. 8 gezeigten Walzvorrichtung entspricht.

[0047] Die wesentlichen Merkmale dieser Anordnung bestehen darin, dass einer Profilwalzmaschine ein (oder mehrere) spanende Bearbeitungseinrichtungen bzw. Drehmaschinen zugeordnet sind, die den Ring nach der umformenden Profilierung durch Radial-Axial-Profilorhrwalzen sofort umformend und/oder spanend vom Rohr abtrennen und die spanende Fertigbearbeitung des Ringes erst im bereits vom Rohr "abgetrennten" Zustand erfolgt. Dabei wird der abgetrennte – vorprofilierte – Ring von den nachgeschalteten spanenden Bearbeitungseinrichtungen bzw. Drehmaschinen ohne Zwischenlagerung übernommen.

[0048] Während das erste Variante insbesondere für "klei-

neren" Ringabmessungen (ca. 40...100 mm Außendurchmesser) geeignet ist, kommt das zweite Variante insbesondere für "größere" Ringabmessungen (ca. 100...160 mm) in Betracht. Prinzipiell sind jedoch beide Anordnungsvarianten für einen Abmessungsbereich von ca. 40...160 mm Außendurchmesser sowohl technisch als auch wirtschaftlich geeignet. Eine Erweiterung auf Außendurchmesserbereiche größer 160 mm ist möglich.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Rohr
- 2 Außen-Profilwalzwerkzeug
- 3 Innen-Profilwalzwerkzeug
- 4 Synchron-Getrieberring (ohne Innenprofil)
- 5 Gegendruckwerkzeug (inkl. Walzdorn)
- 6 Synchron-Getrieberring mit Innenprofil
- 7 Hydraulikkolben
- 8 Hydraulikzylinder
- 9 Hydraulikmedium
- 10 Kreuzschlitten (vertikal beweglich)
- 11 Kreuzschlitten (horizontal beweglich)

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von innen- und/oder außenprofilierten Ringen, insbesondere von Wälzlager- und Getrieberringen in komplett schleiffertigem Zustand aus Rohr- oder Vollmaterial, bei dem spanende Verfahren wie Drehen und umformende Verfahren wie Radial-Axial-Profilrohrwalzen und/oder Walzeinstechen in Folge und/oder parallel miteinander kombiniert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass während dem Walzen des Profiles eine Gegenkraft bezüglich der Fließrichtung des Rohrmaterials erzeugt wird, womit der Werkstofffluss in axialer und/oder radialer Richtung so steuerbar ist, dass der abfließende Werkstoff in die Ausbildung des Profiles einbezogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung des Werkstoffflusses über ein Gegendruckwerkzeug (5) erfolgt, welches einem ungehinderten axialen Werkstofffluss mit definiert aufzubringender Kraft entgegenwirkt und infolgedessen den Werkstofffluss wahlweise in axiale und/oder radiale Richtung erzeugt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung des axialen Werkstoffflusses über eine zusätzliche Förderung oder Einschränkung der axialen Verschiebbarkeit der Außen-Profilwalzwerkzeuge durch hydraulische und/oder mechanische Mittel realisiert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Realisierung einer Zweiring- oder Mehrringbearbeitung entsprechend der Außenkontur gleichzeitig zweier oder mehrerer Ringe mit einem Vorring gewalzt wird, indem zunächst ein am Rohr verbleibendes Ringprofil durch (Radial-)Axialprofilrohrwalzen und/oder Walzeinstechen gewalzt wird, woran sich das Walzen weiterer Ringprofile anschließt, so dass mehrere gewalzte Ringprofile auf dem Rohr erzeugt werden, wobei das letzte Ringprofil, während die vorgelagerten Ringprofile spanend fertigbearbeitet und anschließend vom Rohr abgetrennt werden, am Rohr verbleibt und beim sich in Folge wiederholenden Fertigungsablauf den Vorring bildet.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Innen- und/oder Außenprofilierung des Ringes in einer Aufspannung

durchgeführt wird.

6. Anordnung zur Herstellung von innen- und/oder außenprofilierten Ringen, insbesondere von Wälzlager- und Getrieberringen in komplett schleiffertigem Zustand aus Rohr- oder Vollmaterial, aufweisend eine Walzvorrichtung mit einem Außen-(2) und einem Innen-Profilwalzwerkzeug (3) und ggf. weiteren Einrichtungen zum Drehen dadurch gekennzeichnet, dass das Innen-Profilwalzwerkzeug (3) ein den Werkstofffluss begrenzendes axialverschiebbares Gegendruckwerkzeug (5) aufweist, welches eine über den Außendurchmesser des Innen-Profilwalzwerkzeuges überragende Auflagefläche für das Rohr (1) bildet, womit der Werkstofffluss in axialer und/oder radialer Richtung steuerbar ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem mehrspindeligen Drehautomaten die Walzvorrichtung mit einem Außen-(2) und einem Innen-Profilwalzwerkzeug (3) in einer Spindellage vorgesehen ist.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Kombination aus wenigstens einer Profilwalzmaschine und einer Drehmaschine der Profilwalzmaschine ein oder mehrere spanende Bearbeitungseinrichtungen oder Drehmaschinen zugeordnet sind, die den Ring nach der umformenden Profilierung durch Radial-Axial-Profilrohrwalzen sofort umformend und/oder spanend vom Rohr abtrennen und die spanende Fertigbearbeitung des Ringes erst im bereits vom Rohr abgetrennten Zustand, mit Übergabe des abgetrennten und vorprofilierten Ringes an die nachgeschalteten spanenden Bearbeitungseinrichtungen oder Drehmaschinen ohne Zwischenlagerung erfolgt.

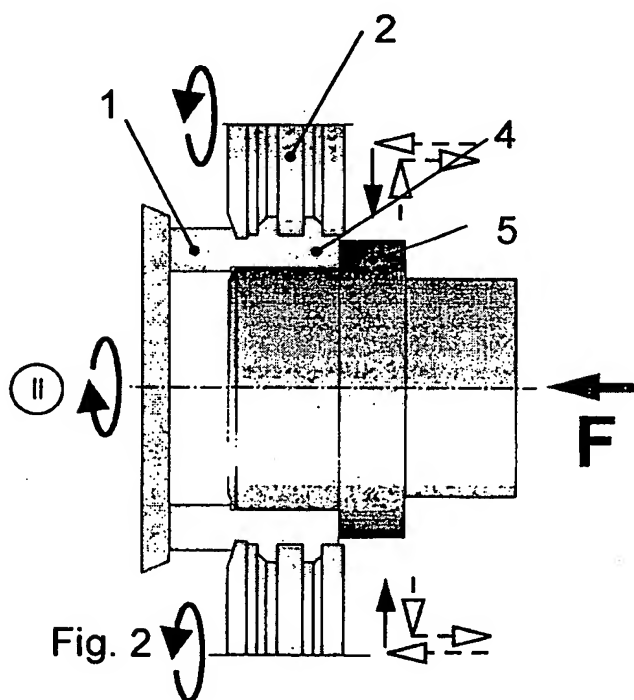
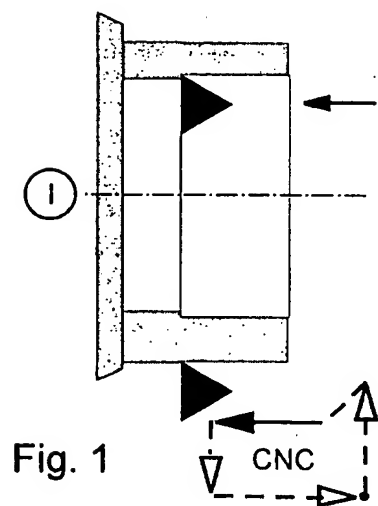
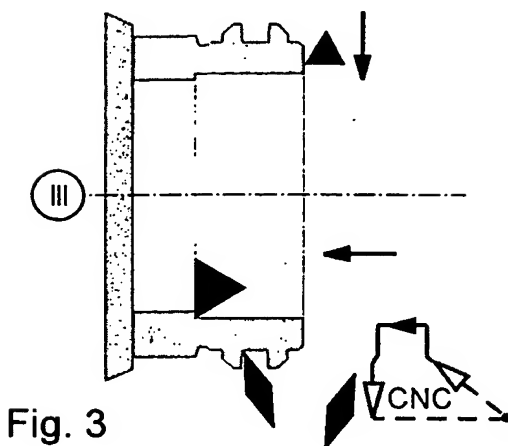
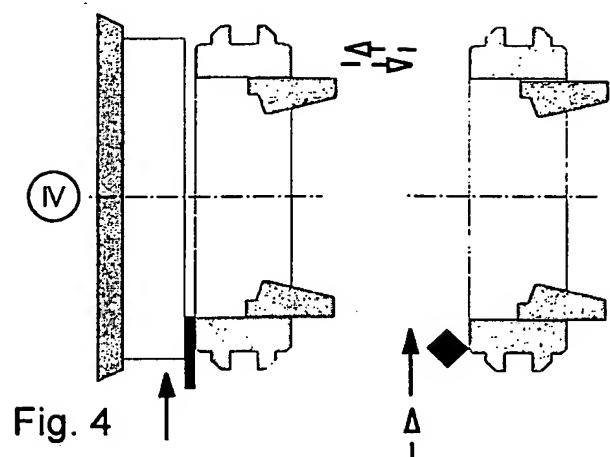
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Profilwalzwerkzeuge (2; 3) jeweils zugeordneter Hydraulikkolben (7) und Hydraulikzylinder (8) axial verschiebbar sind.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Innen-Profilwalzwerkzeug (3) mit dem Gegendruckwerkzeug (5) mittels einer druckbeaufschlagbaren Kolben-Zylinderanordnung mit dem Kreuzschlitten (10) verbunden ist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---



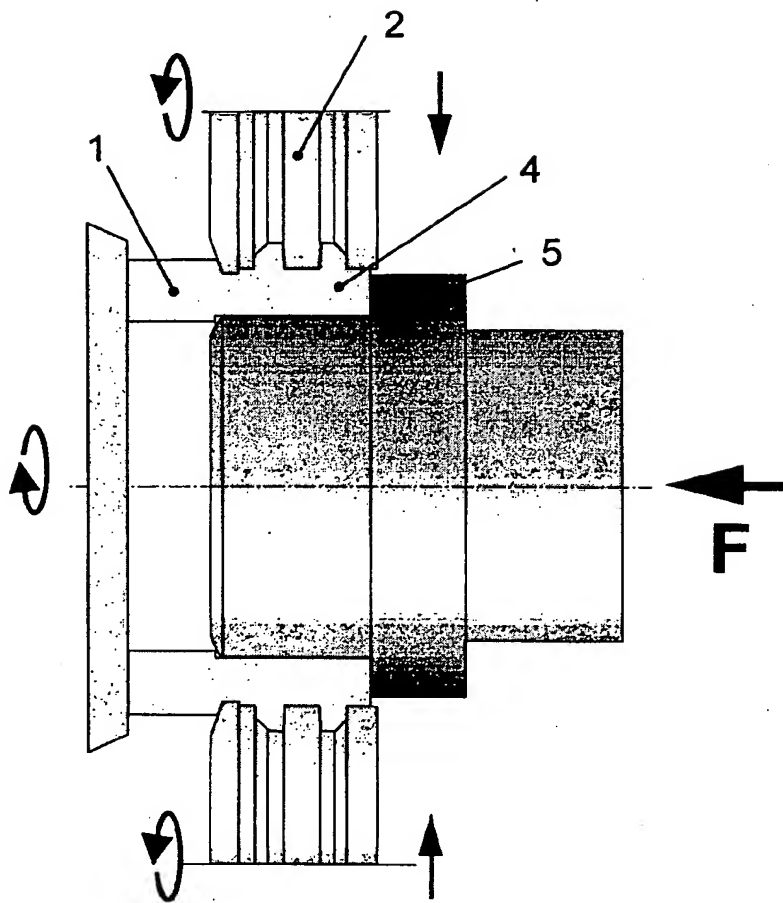


Fig. 5a

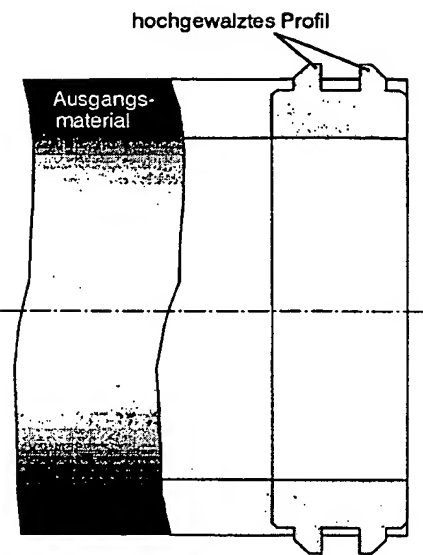
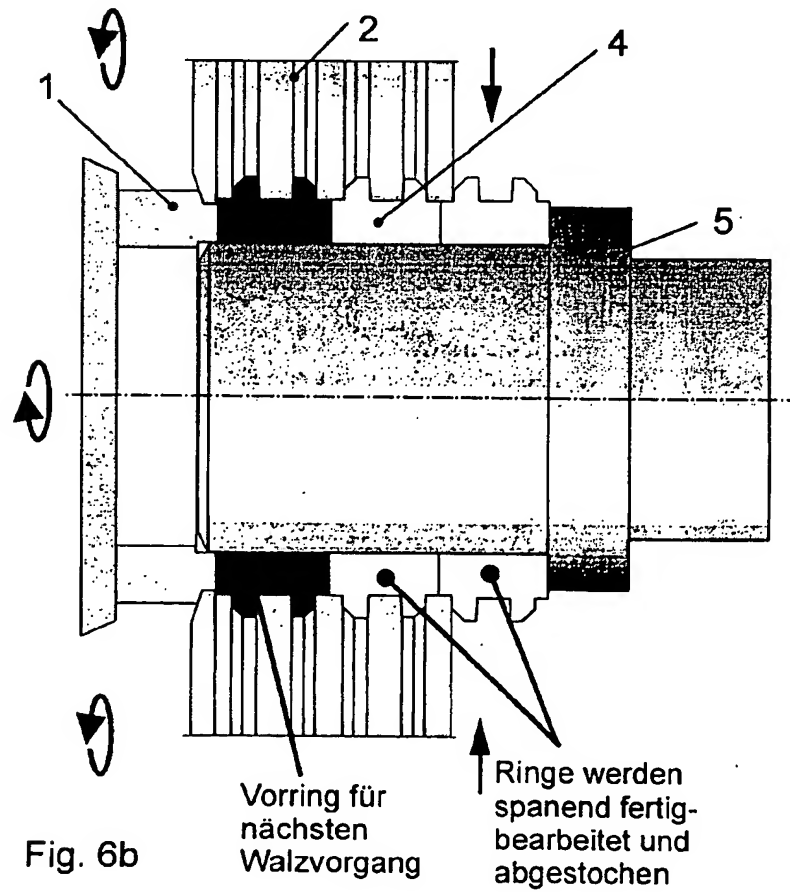
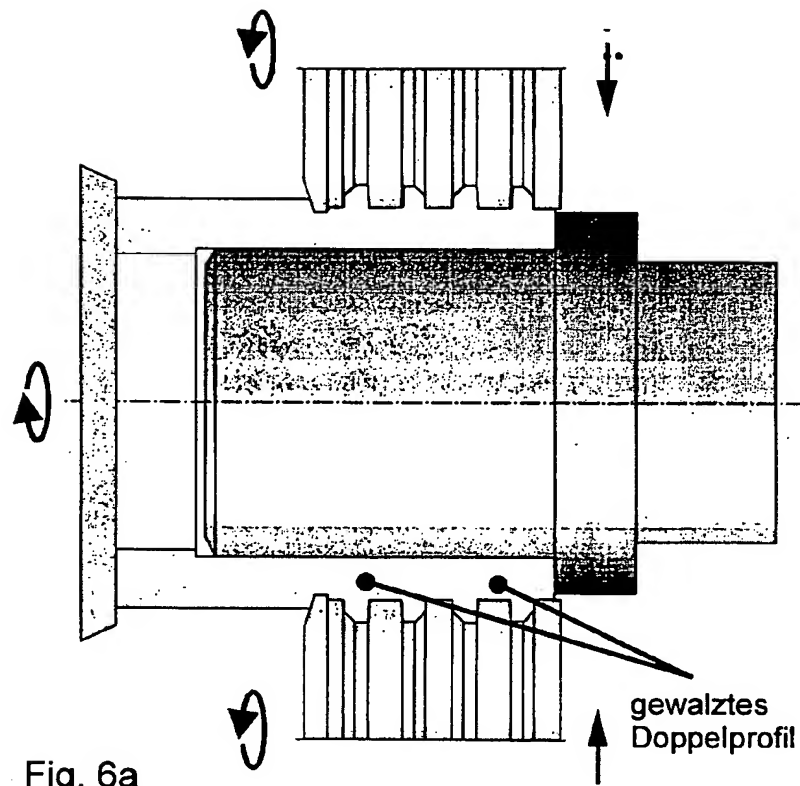
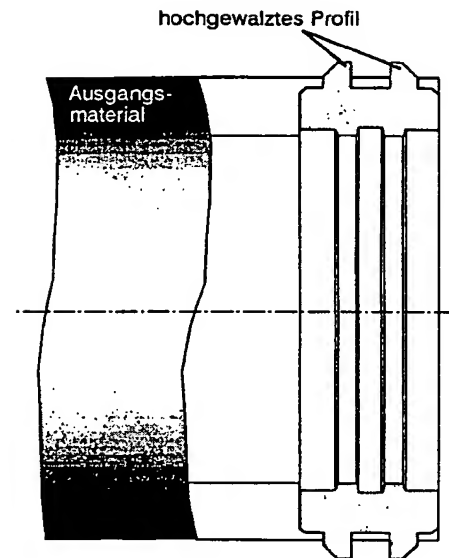
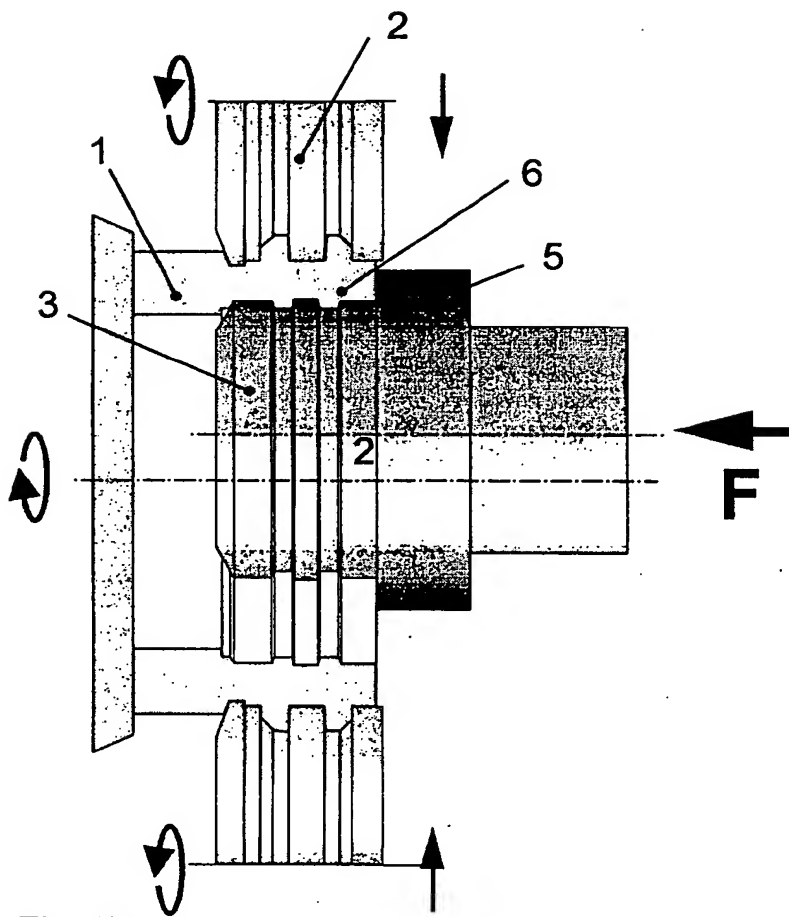


Fig. 5b







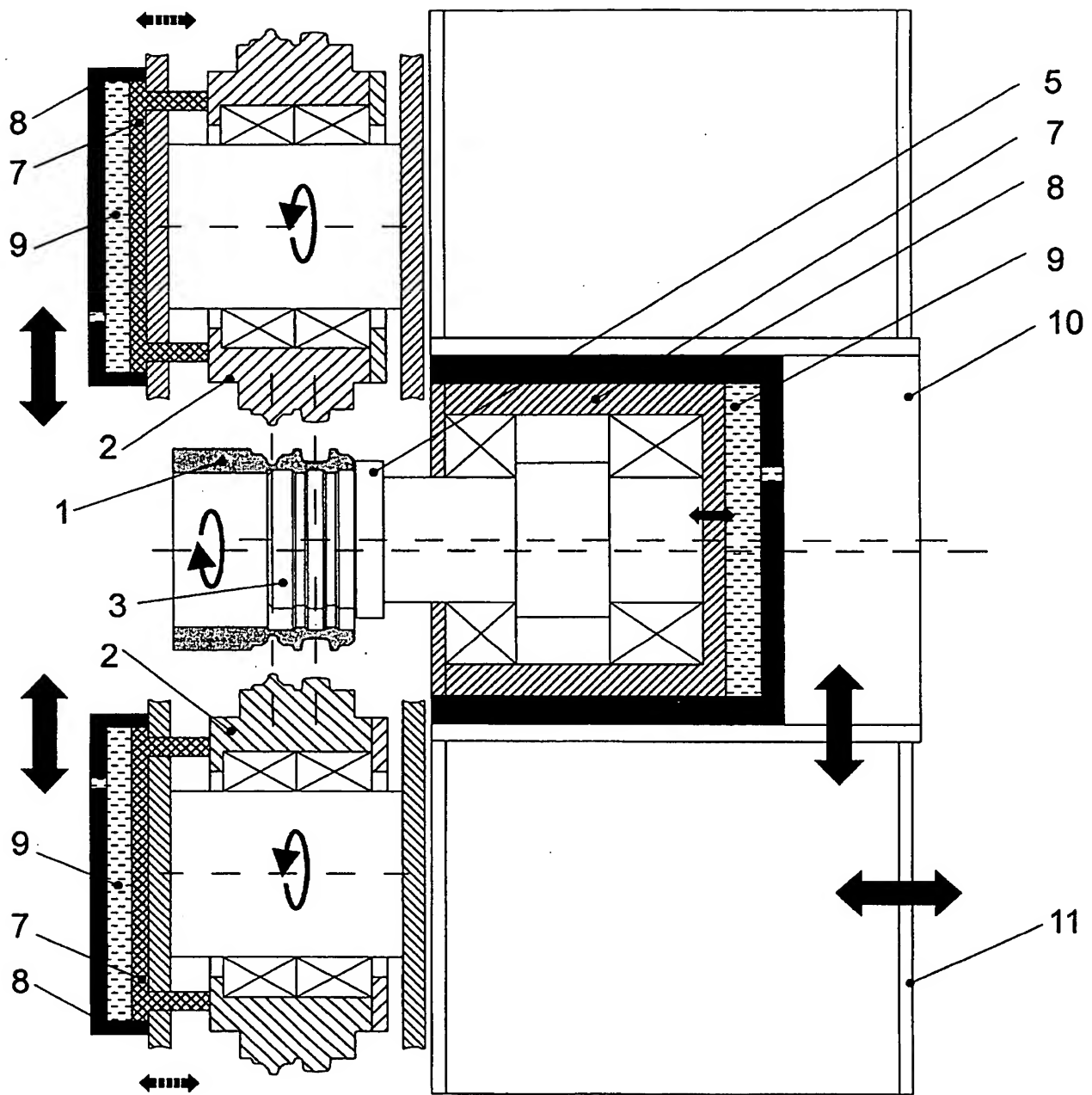


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**